

中国における自動車リサイクルシステムの政策モデル構築に関する研究 - 資源循環政策のシナリオ分析を中心に -

著者	車 佳
号	9
学位授与機関	Tohoku University
学位授与番号	国博第123 号
URL	http://hdl.handle.net/10097/59225

CHE
車

JIA
佳

学位の種類 博士（国際文化）
学位記番号 国博 第 123 号
学位授与年月日 平成23年 3 月25日
学位授与の要件 学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科・専攻 東北大学大学院国際文化研究科（博士課程後期 3 年の課程）
国際文化交流論専攻
学位論文題目 中国における自動車リサイクルシステムの政策モデル構築に関する研究
－資源循環政策のシナリオ分析を中心に－
論文審査委員 （主査）
准教授 劉 庭 秀 教授 山 下 博 司
教授 重 野 芳 人

論文内容の要旨

1. 研究の背景と必要性

中国は急速な経済発展と同時にモータリゼーションが進み、2009年の自動車保有台数は1,379万台まで増えている。1980年の中国自動車生産量は約22万台にすぎなかったが、1990年代に入ってから二桁の成長を続けた結果、2009年の新車販売台数は約1,365万台となり（前年比46.2%増）、世界で最も重要な自動車市場として注目されている。先進諸国の自動車環境政策を鑑みれば、今後数年内に中国にも自動車環境問題、とりわけ廃車適正処理とリサイクルに悩む時期が到来すると容易に予想されるため、早急に中国型の自動車リサイクルシステムを構築する必要がある。これまで中国政府はEUと日本の自動車リサイクル制度を参考し、廃車管理と適正処理、再生部品及び資源の有効利用のための法制度を整備してきた。2001年の「廃車回収管理办法」（国務院307号令）と2006年の「自動車製品回収利用技術政策」を中心に中国の廃車処理政策を取り組み始めたと言える。しかし、経済成長を重んじる中国政府は、他の環境政策と同様に、環境配慮型の自動車リサイクルシステム構築が本来の目的ではなく、効率の良い自動車管理システムの構築、中古部品及び再製造品の流通、資源の確保、新しい環境ビジネス創出、雇用拡大などに重点を置いていると言える。これは2009年に導入された「循環経済促進法」に循環型経済を発展させることが国家経済社会の発展にお

ける重要な戦略であると明記していることから推察できる。

2. 研究の目的

本研究では、世界的に使用済み自動車の適正処理、リサイクルが重視される中で、日本・韓国における自動車リサイクル制度とその運用実態を詳細に把握するとともに中国政府による自動車リサイクル政策の動向を概観する。そして、中国国内で最も先進的な自動車リサイクルシステムを整備している上海市・北京市の現況と現段階の課題を導出し、中国における自動車リサイクルシステムの構築可能性を探る。また、日本の自動車リサイクル制度の運用状況を吟味し、環境と経済を両立できるような自動車リサイクルのための前提条件と仮説を設定する。これらに基づいて自動車解体プロセスの基礎的なシナリオ分析（経済性・環境影響評価）を実施し、最終的にこれらの結果から得られた定量データと結論に基づいて今後中国における自動車リサイクルシステムの構築について政策提言を行うことを目的とする。

3. 本研究の位置づけと研究方法

日本国内では外川・寺西（2002）、吉田他（2004）、服部（2005）、平岩・呉（2006・2007）を始め、「自動車リサイクル研究会」の研究が知られている。日本・中国・韓国における早期な自動車リサイクル制度とその運用実態に対しても、いくつかの調査研究がある。これらの調査研究により、各国の自動車リサイクル法制度とその運用実態についての現状理解や課題把握が進んできた。しかしながら、各国において実際のリサイクル現場にまで踏み込んだ研究は少ない。また、日中韓3カ国の自動車リサイクルシステムを検討する際に、政策（各国の自動車リサイクル法制度、最新動向の把握を含む）研究と現場（解体・リサイクル現場にて廃車解体実験の実施など）調査分析の融合は初めての研究発想と言っても過言ではない。これによって、現時点では欠けていた新しい研究視点が提示できたと考えている。

また、本研究を効率的に実施するために、研究手法としてはいくつかの社会科学的・文理融合な手法を活用する。日中韓3カ国の自動車リサイクルや資源循環に関する実態把握は、文献調査、現地調査での政府の公的機関の立案者・企業の担当者などからのヒアリング調査、引き続き国際会議「アジア自動車環境フォーラム」（AAEF：Asian Automotive Environmental Forum、以下AAEF）の設立・運営に参画し、各利害関係者との意見交換により最新情報の収集を行う。また、本研究のオリジナリティは各国の自動車リサイクル法制度の比較分析とともに、各解体・リサイクル業者の実態分析を行った上、廃車解体実験・解体データの蓄積し、そこから得られた解析結果、仮説に基づいてシナリオ分析を行う。

4. 各章の結果の要約

第1章では、まず研究題目、研究背景と必要性、自動車リサイクルに関する先行研究を整理し、本研究の目的、研究方法とその特徴などを示した。

筆者は、日中韓3カ国における自動車リサイクルや資源循環政策の比較分析と運用実態の把握のために、政府の公的機関の立案者・企業の担当者の地道なヒアリング調査を実施し、「アジア自動車環境フォーラム」(AAEF: Asian Automotive Environmental Forum)の設立・運営に参画して専門家間の研究交流を行った。これらの研究活動によって各利害関係者との意見交換と最新情報の収集ができた。また、各国の自動車リサイクル法制度の比較分析とともに、各解体・リサイクル業者の実態分析を行い、廃車解体実験・解体データを蓄積・整理しつつ、そこから得られた解析結果、仮説に基づいて基礎的なシナリオ分析を行った。

第2章では、第1章で整理・概観した研究背景・研究目的・研究方法などを踏まえたうえ、まず中国の自動車産業のこれまでの発展経過を取り上げ、中国自動車産業の発展的な歴史を振り返ってみた。また、中国自動車市場にかかわる先行研究と筆者の既発表論文を中心に、とくに2009年中国自動車市場の現状、廃車台数の試算などについて基礎的な考察を試みた。さらに、最近の国際動向を鑑みながら、2000年以降の中国における廃車制度を中心に整理・分析した。最後に、中国政府が2001年に実施した「廃車回収管理方法」の実証拠点である上海市・北京市を事例に、3年間の現地調査の結果を踏まえて、同政策の運用実態と課題などについて詳細に分析・考察した。

第3章では、まず日本の自動車リサイクル法制度の実態分析とその課題について考察した。さらに、韓国の資源循環法における自動車リサイクルの運用状況について分析した。最後に、日本・韓国の自動車リサイクル制度とその運営実態を分析した上、中国の自動車リサイクル政策の方向性について基礎的な考察を試みた。また、日中韓の自動車環境分野におけるパートナーシップ構築にかかわる「アジア自動車環境フォーラム」を取り上げ、日中韓の自動車環境分野におけるパートナーシップ構築の試みについて検討した。

第4章では、まず第1章から第3章までの分析結果を受け、日中韓における自動車リサイクル政策の内容とその運用実態の国際比較分析の結果を踏まえた上、とくに資源化効率と人件費、経済性などの要因に注目しながら再生資源の有効利用の可能性を分析した。さらに、中国国内で最も販売された車種を特定し(小型セダン)、自動車1台から回収できる鉄、銅、アルミ、プラスチック、ガラス、プラスチック類などの解析を行った。そして、これらの基礎分析とシナリオ分析結果にもとづいて、中国における自動車リサイクルの方向性について政策提言案をまとめた。

第5章では、第4章までの分析と考察によって得られた知見を整理した上、中国の自動車リサイクルの政策提言について考察を述べた。

5. 自動車リサイクルプロセスにおける資源回収の限界と可能性ー A 社の実験結果に基づいてー

現状の日本国内の解体・リサイクル現場では、自動車材料組成のデータを把握できないまま、資源化作業を進めている。そこで、本研究では解体現場の作業プロセスの中で、どのような資源が回収され、再資源化できるかについて、東北地方の A 社にて解体データの収集分析を行った。解体実験の対象は、「社団法人日本自動車販売連合会」の統計データ・販売ランキング30位（年代別）を基準に、A 社における3年間（2007年～2010年）の実績を分析した上、選定した。分類カテゴリは、車の大きさを基準に軽自動車、コンパクトカー、セダン、ミニバン、ステーションワゴンに分けて解体実験を行った。

ここでは、中国の最大販売車である小型セダンの解体実験データを基準に、中国における自動車リサイクルの可能性を探った。2009年に販売された乗用車の物質組成を把握するためには、同型の自動車の解体作業を行い、データを取る必要がある。しかし、新車の解体は現実的に難しい。そこで、本研究では A 社に搬入する使用済み自動車の中から、上記の車種と排気量、車種、車型が最も近い車両を選定し、解体実験を行った（写真1 参照）。トヨタ・コルサの精緻な解体結果は表1に示す。



写真1 解体実験に使われた小型セダン（トヨタ・コルサ）

6. シナリオ分析による中国の自動車リサイクルの展望

まず、本研究の解体実験結果をまとめてみると、1,600cc 以下の乗用車1台（1,250kg）を例として、鉄900kg（構成比率:72%）、アルミニウム100kg（構成比率:8%）、銅37.5kg（構成比率:3%）、ガラス62.5kg（構成比率:5%）、シート類など62.5kg（構成比率:5%）に分けられる。さらに、中国は人件費が安い（解体工場の従業員の平均給料は約15,000円/月）、車種を問わず、手作業による解体・選別を行い、鉄・非鉄・樹脂類・中古部品などを積極的に回収することが望ましい。そうすれば、上記の解体実験の結果のように資源化効率を高めることができると思われる。但し、環境汚染を防止するためには、早急にフロンガスや廃油、廃液の回収の装置などを整備する必要がある。次に、解体実験から得られたデータを用いて基礎的なシナリオ分析を試みた。

第2章の分析値では、中国の2005年の自動車保有台数は3,160万台であり、推定廃車台数は約105

表1 トヨタ・コルサのAプレス解体結果

車種		種類	型式・車体番号	車重			
トヨタ コルサ(2008.12.17-12.22)		セダン(1,800cc)	E-GX90	1,250kg			
前処理		単体重量	合計重量	本体重量	素材		
	タイヤ	14.2	56.8	1193.2			
	(スベアタイヤ)	12.8	12.8	1180.4			
	(ホイールキャップ)	0.52	2.08	1178.32			
廃油・廃液処理	6.36	6.36	1171.96				
前処理後		1171.96					
解体処理前の状態		単体重量	合計重量	本体重量	素材		
燃料タンクを取る過程	リアシート(座面)	5.68	5.68	1166.28	skin PET / core PP M30		
	リアシート(背面)	8.76	8.76	1157.52			
	トランクカバー	1.12	1.12	1156.40			
	トランクカバー	1.16	1.16	1155.24			
	ガスタンク	13.46	13.46	1141.78			
	トランクルーム内側カバー	1.34	1.34	1140.44			
	トランクルーム底面板	4.30	4.30	1136.14			
	トランクルーム底面板の金属部	2.84	2.84	1133.30			
	トランクルーム接触部分のプラ	0.18	0.18	1133.12			
	トランクルームのゴム	0.92	0.92	1132.20		SAE PP+TEQ	
ラジオエアーダリル	0.58	0.58	1131.62				
外側部品を取る過程	ウィンカー	0.42	0.84	1130.78			
	ヘッドライト	1.50	3.00	1127.78			
	リアライト	1.40	2.80	1124.98			
	ボンネット	21.41	21.41	1103.57			
フェンダーを取る過程	FDア	29.18	58.36	1045.21	PP		
	エアクリナー式	2.76	2.76	1042.45			
	フェンダーカバー	0.38	0.76	1041.69			
	フェンダー	3.80	7.60	1034.09			
エンジンを取る過程	バンパー	5.04	5.04	1029.05	PUR-M15		
	バンパー緩衝材	0.14	0.14	1028.91			
	ダッシュボード左下側パネル	0.90	0.90	1028.01	PP+PE		
	オーディオパネル	1.40	1.40	1026.61			
	サイドブレーキパネル	0.14	0.14	1026.47	ABS		
	FDア周リゴム	1.84	3.68	1022.79			
	その他パネル片	0.60	0.60	1022.19	PP		
	FDアサンバイザー	0.20	0.40	1021.79			
	エンジン底面カバー	0.88	0.88	1020.91	HDPE		
	触媒	7.88	7.88	1013.03			
その他の部品を取る	フロントパイプ	5.16	5.16	1007.87			
	ラジオエアー	6.34	6.34	1001.53			
	エアコンラジオエアー	3.98	3.98	997.55			
	エンジン+ミッション	250.00	250.00	747.55			
	リアバンパー	3.32	3.32	744.23		PUR-M15	
	リアバンパー緩衝材	0.22	0.22	744.01			
	RDア	22.34	44.68	699.33		PP+PE	
	アンテナ	0.58	0.58	698.75			
	スタビライザー	3.42	3.42	695.33			
	Fシート	17.40	34.80	660.53			
	トランク裏部分	9.98	9.98	650.55		OUTER LENS PM	
	リアガーニッシュ	0.62	0.62	649.93			
	エンジンコントロール	0.74	0.74	649.19			
	ショックアブソーバー+足回り	28.54	28.54	620.65			
	ワイパーモーター	1.12	1.12	619.53			
	フロントメンバー	8.66	8.66	610.87			
	ラック&ピニオン	10.28	10.28	600.59			
	マフラー後半部分	8.84	8.84	591.75			
	マフラー前半部分	8.04	8.04	583.71			
	プロペラシャフト	7.74	7.74	575.97			
	足回り	120.00	120.00	455.97			
	ダッシュボード 辺りを取る	ダッシュボード	9.38	9.38		446.59	
		ダッシュボード周りのハーネス	4.02	4.02		442.57	
		ステアリング	9.36	9.36		433.21	
		ステアリング周りのハーネス	7.12	7.12		426.09	
		周辺のゴム	2.08	2.08		424.01	
		ギアボックス	1.78	1.78		422.23	
		ダッシュボード表面ブラ片	0.28	0.28		421.95	
ダッシュボード表面ブラ片		0.54	0.54	421.41			
ダッシュボード表面ブラ片付着金属		0.10	0.10	421.31			
ダッシュボード表面ブラ片(基盤や金属が分解できない部分)		0.40	0.40	420.91			
エンジンルームから	ヒューズボックスカバー	0.22	0.22	420.69	PP		
	エアクリナーダクト	0.24	0.24	420.45			
	ウォッシャー液タンク	0.32	0.32	420.13			
	エアコンパイプ	0.90	0.90	419.23			
	ヒューズボックスカバー	1.50	1.50	417.73			
	エアコンダクト	0.72	0.72	417.01		HD-PP	

万台だった。2005年の推定廃車率は約3.3%であり、2008年も4.5%の水準だった。仮に、今後、中国の自動車保有台数が毎年800万台のペースで増加し、それに対する推定廃車率は先進国水準の8%と仮定すれば、図1のような結果が得られる。

上記の前提条件にもとづいて試算すれば、2015年に発生する使用済み自動車台数は838万台を達すると予想される。また、2009年に販売された1,364万台自動車の中で、720万台が主に小型セダンである。この割合が維持すると仮定すれば、2015年に発生する838万台の使用済み自動車の中に小型乗用車は約448万台となる。

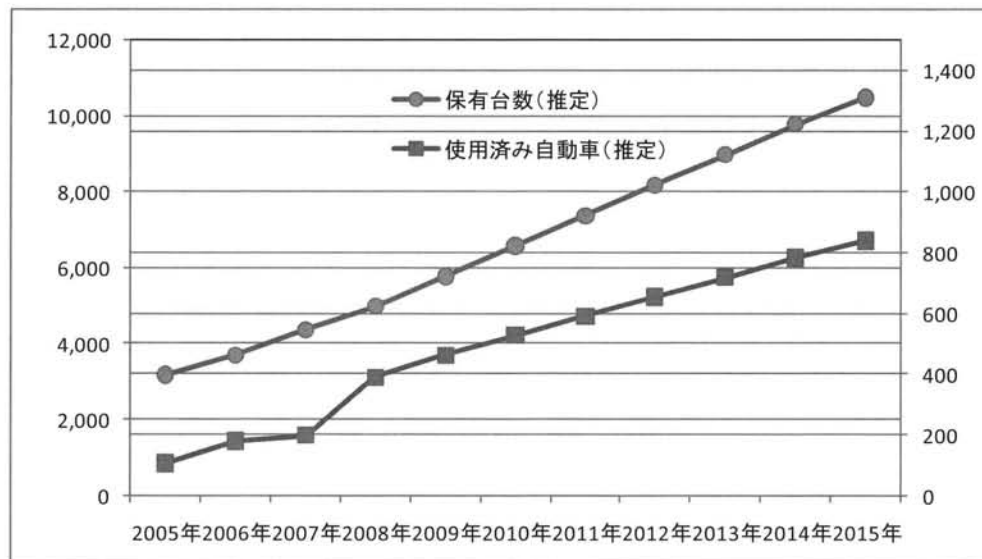


図1 中国の保有台数と使用済み自動車台数の推定（単位：万台）

解体実験の結果から精緻な解体を行った場合、小型乗用車1台から鉄900kg、銅37.5kg が回収できることがわかった。中国国内の解体業者へのヒアリング調査によれば、現状では使用済み自動車の回収率はわずかに2割に過ぎない。すなわち、小型乗用車を事例に、現状では、約322.56万トンの鉄、約13.44万トンの銅が再資源化できないという結果である。そこで筆者は、今後中国政府は「廃車回収管理方法」を改正する際には、使用済み自動車の回収率を高める方法について議論すべきだと考える。自治体、関連協会、各解体・リサイクル業者などの緊密な連携を図り、日本同様の回収率（約99%）を目指す必要がある。

次に、上記の使用済み自動車の発生台数の推定値を用いて、小型乗用車をすべてリサイクルしたと仮定した場合（全体の使用済み自動車発生数の約53%）、再生資源の価値と人件費の関係について考察する。中国労働局によれば、2007年から2009までの国内の平均給料はそれぞれ2,077元、2,435元、2,728元である。2009年の平均給料は2007年から約35%増加したことになる。これを参考に、今後、上海市・北京市を中心とする大都市の人件費が25%、50%上昇した場合を想定し、人件費上昇と再生資源の価値（期待売り上げ額）の関係を分析した。また、第2章の現地調査の結果から1人あたりの処理台数を13台/月と仮定した。この数値は、筆者を含む東北大学の研究グループが実施した解体時間を考慮すれば（精緻な解体）、妥当な値であると考えられる。

なお、ここで使った再生資源の価値は、解体実験の結果を基準に小型乗用車から900kgの鉄スクラップと37.5kgのハーネス（銅）が回収できると想定し、試算には使用済み自動車スクラップとワイヤーハーネスの相場（東京製鐵及び大越工業の2010年11月20日基準、鉄28円/kg、ハーネス240円/kg）を適用した。再生資源の価値を厳密に計算するためには、仕入れ価格、中古部品販売、バッテリー、タイヤ、触媒、アルミ、樹脂類などの価値も考慮すべきであるが、中国の場合、仕入

れ価格が低く、使用済み自動車の状態が悪いため、中古部品、タイヤ、バッテリーの価値は殆どないと見なした。また、触媒、樹脂類に関しても正確な流通経路はわからないので、最も価値の高い鉄と銅を基準とした。図2は人件費と再生資源の価値の関係を表したモノである。

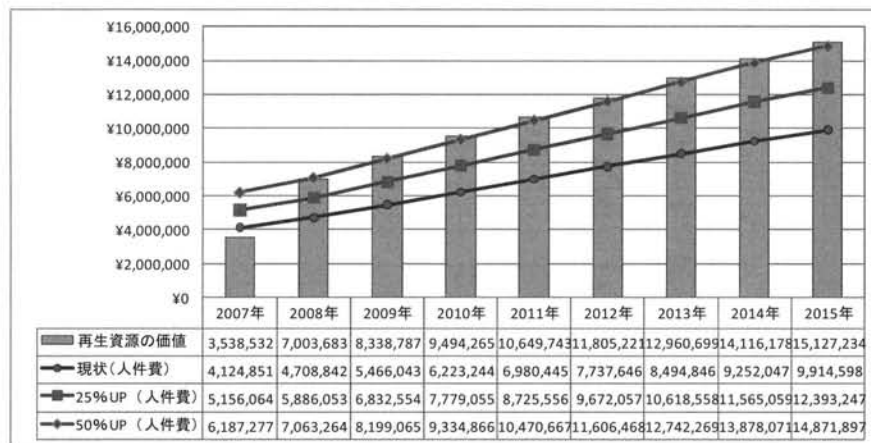


図2 人件費と再生資源の関係（単位：万円）

図2の分析結果をみれば、使用済み自動車の発生が少ない2007年は営業赤字が予想されるが、使用済み自動車が増加すれば、安い人件費を武器に再資源化効率を高めることができると判断する。しかし、25%以上人件費が増加すれば、経営環境が厳しくなり、50%以上増加した時点では、機械化への転換（破碎設備、溶融炉など）を考慮せざるを得ない状況になる。しかし、解体実験の結果からもわかるように、精緻な解体を行わない場合、回収できる再生資源の量は大幅に減少することになり、シュレッダーダストの発生量が増加すると予想される。つまり、人件費削減（雇用の縮小）・環境影響（資源の節約、廃棄物削減）・経済性の優先順によって中国の自動車リサイクル制度の内容が大きく変わると考える。

7. 中国の自動車リサイクルの政策提言

まず、3年間の中国現地調査の結果からわかった、中国の自動車解体プロセスの最大の特徴は、鉄・非鉄などの金属資源をすべて手作業によって解体・選別していることである。現状の中国は、人件費が安く、車種を問わず、手作業による解体・選別を行っており、基本的には鉄・非鉄・樹脂類・中古部品などを、精緻な解体によって積極的に回収することが望ましい。当分の間、このような解体方法を維持することが、より資源化効率を高めることができる。

近年の新車販売状況から鑑みれば、数年内に中国においても使用済み自動車の発生台数が急増することは間違いない。しかし、使用済み自動車発生台数の増加が、雇用拡大に繋がり、静脈産業における新ビジネス及び雇用創出も期待できる。基礎的なシナリオ分析結果によれば、25%以上人件費

が増加すれば、経営環境が厳しくなり、50%以上増加した時点では、機械化への転換（破碎設備、溶融炉など）を考慮せざるを得ない状況になる。また、解体実験の結果からもわかるように、精緻な解体を行わない場合、回収できる再生資源の回収量は大幅に減少することになり、シュレッダーダストの発生量が増加すると予想される。つまり、中国における機械化は、環境汚染対策として新たな設備投資が必要であるとともに、雇用縮小への対応も考慮すべきであろう。

さらに、資源相場が現在の半値以下に暴落した場合、安い人件費を維持しても、経営的な側面を考慮すれば、政府の補助金がなければ、使用済み自動車回収解体業者やリサイクル業者の収益が悪化になり、自動車リサイクルのビジネスを維持することは難しい。

一方、中国の自動車リサイクル法制度・政策面では、2010年度末まで2001年「廃車回収管理方法」の改正版を打ち出す予定であった。この新法は、各地域の様々な経済状況、格差、環境問題を十分考慮し、それぞれの地域特性に適合するリサイクル制度が作られるのか、また自動車メーカーの責任と費用負担原則などをどこまで追求できるのか現時点ではまだ不明瞭な部分がある。これから、この新法は自動車メーカー、解体・リサイクル業者、消費者の廃車処理までに様々な影響を与えることは間違いない。確かに中央政府が強いトップダウン政策を維持すれば、各分野の管理、監視しやすくなる。但し、新法では使用済み自動車の不法投棄、違法処理の取締りをどのように強化するか、違法行為を行った業者を如何に罰するか、資源化効率向上と雇用拡大、環境汚染防止と経済成長をどう両立させるかが、中国型自動車リサイクルシステムを構築する上で極めて重要な課題となる。

論文審査の結果の要旨

本研究は、日本・韓国における自動車リサイクル制度とその運用実態を詳細に把握するとともに中国政府による自動車リサイクル政策の動向を概観し、中国における自動車リサイクルシステムの構築可能性を探ったものである。各国のリサイクル現場のフィールドワーク、各利害関係者へのインタビュー調査、使用済み自動車の解体実験を実施し、これらの結果から得られた定量データとシナリオ分析結果に基づいて今後中国における自動車リサイクルシステムの構築について政策提言を目指したものである。

第1章では、本研究の必要性和目的を設定した上、自動車リサイクルに関する国内外の先行研究を考察・分析し、研究の方法とフローについて概観している。第2章は、まず中国におけるモータリゼーションと自動車産業の現状を把握し、中国の「廃車回収管理方法」の実証拠点である上海市・北京市を事例に、3年間の現地調査の結果を踏まえて、同政策の運用実態と課題を詳細にまとめている。第3章では、日本および韓国における自動車リサイクル法制度の運用実態を徹底的に比

較分析し、中国への示唆点を導出している。第4章は、第2章及び第3章の分析結果と使用済み自動車の解体実験の結果に基づいて資源化効率と人件費などの要因に注目しながら再生資源の有効利用の可能性についてシナリオ分析を行った。第5章は、前章までの結果を踏まえて、中国における自動車リサイクルシステム構築のための政策を提言している。

本研究は、環境政策学の理論とフィールドワーク、解体実験を通した実証データの分析により、問題解決を試みた点が高く評価できる。また、自動車リサイクルを事例とする環境政策、環境影響評価の研究への貢献は大きい。特に日中韓の現状と課題を比較分析し、国際的な資源循環と技術協力の可能性を分析考察したことは、環境政策の実証研究の中では独自性が認められる。

車氏は、博士後期課程の2年間、日本学術振興会の特別研究員として、国内外において幅広い研究活動を行ってきており、日本マクロエンジニアリング学会「優秀プレゼンテーション賞」、東北大学「東北大学藤野先生記念奨励賞」を受賞するなど、学内外において高い評価を受けている。また、修了後は日本学術振興会の「外国人特別研究員」としての採用が決まっており（国際環境システム論講座）、優れた研究成果が期待できる。審査会では、本論文は博士論文としての水準に十分達しており、氏が自立して研究活動を行うのに必要な高度の研究能力と学識を有するものと判断した。よって、本論文は、博士（国際文化）の学位論文として合格と認める。